

## رابطه انیشتین تعاریف و نحوه حل مسائل اعداد اتمی و جرمی

### رابطه انیشتین:

M: جرم بر حسب kg

E: انرژی بر حسب J

C: سرعت نور بر حسب  $m \cdot s^{-1}$

$$E = MC^2$$

**تست ۱:** نمودار رابطه بین انرژی و جرم معادل انرژی به شکل ..... است و شیب نمودار مربوطه بیانگر ..... است.

- (۱) خطی -  $C^2$       (۲) خطی -  $\frac{1}{C^2}$       (۳) سهمی -  $C^2$       (۴) سهمی -  $\frac{1}{C^2}$

**تست ۲:** هسته یکی از ایزوتوپ های هیدروژن ( ${}^2_1H$ )، جرمی معادل  $3/34 \times 10^{-27} \text{ kg}$  دارد. اگر بدانیم جرم یک پروتون تنها و نیز جرم یک نوترون تنها به ترتیب  $1/67 \times 10^{-24} \text{ g}$  و  $1/68 \times 10^{-24} \text{ g}$  است، به هنگام تشکیل هسته این اتم از ذره های زیر اتمی مربوطه، چند کیلوژول گرما آزاد شده است؟

- (۱)  $3 \times 10^{-24}$       (۲)  $9 \times 10^{-16}$       (۳)  $3 \times 10^{-21}$       (۴)  $9 \times 10^{-13}$

**تست ۳:** به هنگام تشکیل هسته اتم سیلیسیم ( ${}^{28}_{14}Si$ )، از پروتون ها و نوترون های سازنده اش، مقدار  $4/5 \times 10^{-10}$  ژول انرژی آزاد شده است. جرم یک اتم ( ${}^{28}_{14}Si$ ) چند گرم است؟ (جرم نوترون و پروتون به ترتیب  $1/67 \times 10^{-24} \text{ g}$  و  $1/68 \times 10^{-24} \text{ g}$  میباشد و از جرم الکترون صرف نظر کنید؟)

- (۱)  $5/19 \times 10^{-23}$       (۲)  $4/19 \times 10^{-23}$       (۳)  $5/19 \times 10^{-24}$       (۴)  $4/19 \times 10^{-24}$

**عدد اتمی (Z):** به تعداد پروتون‌های موجود در هسته‌ی یک اتم، عدد اتمی گفته می‌شود.

$$Z = P$$

$$Z = P = e$$

چون در حالت خنثی تعداد الکترون‌ها و پروتون‌های یک اتم برابر است، داریم:

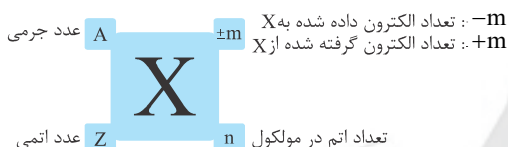
**عدد جرمی (A):** به مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در یک اتم عدد جرمی گفته می‌شود.

$$A = P + N$$

$$A = Z + N$$

چون تعداد پروتون‌ها همان عدد اتمی است، خواهیم داشت:

به نماد عنصر X که در روبه‌رو آورده شده است دقت کنید:



**نکته:** همواره تعداد نوترون‌ها در یک اتم خنثی برابر و یا بزرگ‌تر از تعداد پروتون‌ها و الکترون‌ها است ( $N \geq P$ ) (به جز H که نوترون ندارد)؛ بنابراین اگر صحبت از اختلاف بین تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها شد، منظور  $N - P$  است نه  $P - N$ !

**تست ۴:** عدد جرمی  $X^+$  برابر ۲۰۰ و تعداد نوترون‌های آن ۱/۵ برابر تعداد پروتون‌ها است.

(المپیاد مرحله‌ی اول ۸۵-۸۴)

تعداد الکترون‌های X کدام است؟

۸۱ (۴)

۸۰ (۳)

۷۹ (۲)

۷۸ (۱)

$$A = 200 \quad A = N + P$$

$$N = 1/5 P \quad 200 = (1/5 P) + P \rightarrow 200 = 6/5 P \rightarrow P = 160$$

**نکته:** برای حل مسائل عدد اتمی و جرمی از رابطه‌ی زیر استفاده کنید:

$$Z = \frac{A - (n - e) + بار}{۲}$$

$$Z = \frac{A - \text{اختلاف نوترون به پروتون}}{۲}$$

**تست ۵:** در یون  $X^{3+}$  اختلاف بین الکترون‌ها و نوترون‌ها برابر ۴ است. اگر عدد جرمی

این یون برابر ۲۷ باشد، تعداد پروتون‌های آن کدام است؟

۱۵ (۴)

۱۴ (۳)

۱۳ (۲)

۱۲ (۱)

$$Z = P = \frac{27 - 4 + 3}{۲} = 13$$

**تست ۶:** پاسخ دو تست زیر در کدام گزینه آمده است؟

آ) اگر در یون  $X^{3+}$  اختلاف بین الکترون و نوترون برابر ۴۵ باشد، عدد اتمی این عنصر کدام است؟

ب) در یون  $Y^{3-}$  اختلاف بین الکترون و نوترون برابر ۲۰ است. عدد جرمی این گونه کدام است؟

- (۱) ۱۲۶-۸۲ (۲) ۱۲۶-۸۱ (۳) ۱۲۷-۸۱ (۴) ۱۲۷-۸۲

**تست ۷:** از میان عبارات های زیر چند عبارت نادرست است؟

آ) در یون  ${}_{2X}^{4X+19}A^{2+}$  اختلاف تعداد نوترون و الکترون برابر ۲۰ است.

ب) اگر تفاوت تعداد نوترون و الکترون در یون  ${}_{75}A^{3-}$  برابر ۶ باشد تعداد نوترون های این اتم برابر ۴۲ است.

پ) اگر در یون  $A^{3+}$  اختلاف شمار الکترون ها و نوترون ها برابر ۱۱ باشد رابطه  $A = 2Z + 8$  برقرار است.

$$Z = \frac{4Z + 19 - Y}{2} + 2 \rightarrow Y = 21$$

$$Z = \frac{75 - 6 - 3}{2} \Rightarrow Z = 33$$

$$Z = \frac{A - 11 + 3}{2} \rightarrow 2Z = A - 8 \rightarrow A = 2Z + 8$$

(۱) ۰  
 (۲) ۱  
 (۳) ۲  
 (۴) ۳

### ایزوتوپ

**ایزوتوپ:** به اتم های یک عنصر که عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوت دارند، ایزوتوپ گفته می شود. با توجه به این که عدد اتمی (تعداد پروتون ها) در آن ها یکسان است، علت تفاوت جرم اتم های ایزوتوپ های مختلف یک عنصر قطعاً تفاوت در تعداد نوترون های آن ها است. به شباهت ها و تفاوت های دو ایزوتوپ دقت کنید:

خواص فیزیکی وابسته به جرم	خواص شیمیایی	تعداد نوترون‌ها	تعداد پروتون‌ها	تعداد الکترون‌ها	عدد جرمی	عدد اتمی	عامل
متفاوت	مشابه	متفاوت	مشابه	مشابه	متفاوت	مشابه	ایزوتوپ‌ها

مثال: جاهای خالی زیر را پر کنید:

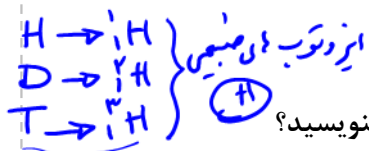
(ا) منیزیم دارای ایزوتوپ ..... و ..... است.

(ب) اتم کلر در طبیعت دارای دو ایزوتوپ  $^{35}_{17}\text{Cl}$  و  $^{37}_{17}\text{Cl}$  است.  
 $\frac{3}{4}$  و  $\frac{1}{4}$  و  $75\%$  و  $25\%$

(پ) لیتیم دارای دو ایزوتوپ ..... با فراوانی ..... و ..... با فراوانی ..... است.

(ت) هر چه فراوانی یک ایزوتوپ در طبیعت بیشتر باشد آن ایزوتوپ **باید** انرژی **پایین‌تر** دارد.

(ث) اغلب هسته‌هایی که  $p \geq 15$  نا پایدار هستند و پرتوزایی میکنند که به آنها **رادایو ایزوتوپ** می‌گوییم.



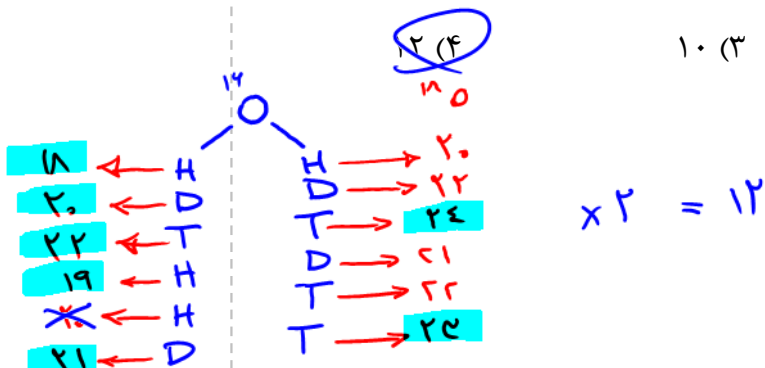
تست ۸: در هر یک از ترکیب‌های زیر تعداد p، e، N را بنویسید؟

$\text{HDTO}^+(\text{O})$ (۳)	$\text{T}_2\text{HO}^+(\text{O})$ (۲)	$\text{H}_3\text{O}^+(\text{O})$ (۱)
$p=11$	$p=11$	$p=11$
$e=11$	$e=10$	$e=10$
$N=12$	$N=14$	$N=8$

تست ۹: با وجود سه ایزوتوپ هیدروژن ( $^1\text{H}$ ،  $^2\text{D}$  و  $^3\text{T}$ ) و دو ایزوتوپ اکسیژن ( $^{16}\text{O}$  و  $^{18}\text{O}$ )

چند نوع آب می‌توان نوشت؟

- (۱) ۶      (۲) ۸      (۳) ۱۰





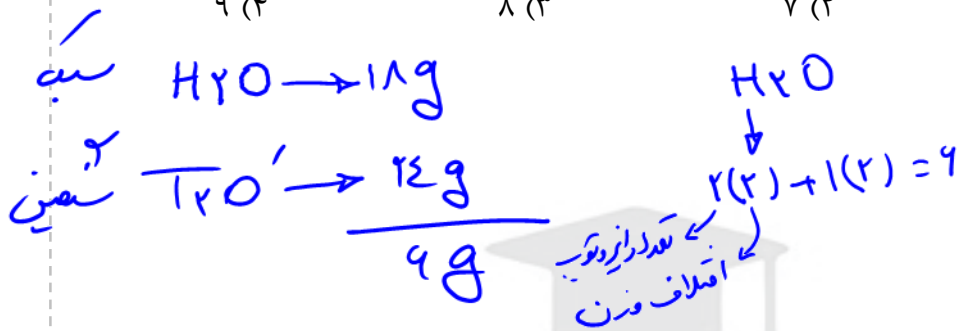
تست ۱۰: در سوال ۹ اختلاف جرم سبک ترین و سنگین ترین آب کدام است؟

۹ (۴)

۸ (۳)

۷ (۲)

۶ (۱)



تست ۱۱: در سوال بالا چند نوع آب با جرم متفاوت میتوان نوشت؟

۹ (۴)

۸ (۳)

۷ (۲)

۶ (۱)

تعداد ایزوتوپ + اختلاف جرم = تعداد ایزوتوپ با جرم متفاوت

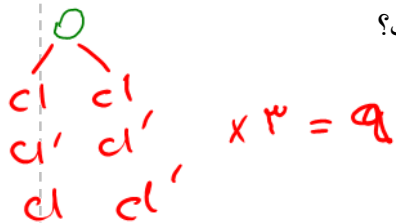


تست ۱۲: کدام آب نقطه جوش بالاتری دارد؟

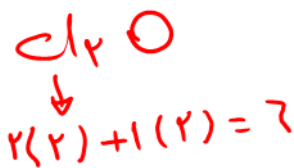
تست ۱۳: با توجه به این که کلر دو ایزوتوپ ( $^{35}Cl$ ,  $^{37}Cl$ ) و اکسیژن سه ایزوتوپ

( $^{16}O$ ,  $^{17}O$ ,  $^{18}O$ ) است. به سؤالات زیر پاسخ دهید:

۱) در یک نمونه‌ی طبیعی  $Cl_2O$  چند نوع مولکول می‌توان یافت؟



۲) تفاوت جرم سبک‌ترین و سنگین‌ترین این مولکول‌ها را بنویسید.



۳) کدام مولکول نقطه‌ای جوش بیشتری دارد؟



**تست ۱۴:** با توجه به سه ایزوتوپ کربن ( $^{12}\text{C}$ ،  $^{13}\text{C}$ ،  $^{14}\text{C}$ ) و دو ایزوتوپ کلر ( $^{35}\text{Cl}$ ،  $^{37}\text{Cl}$ ) تفاوت جرم سنگین ترین و سبک ترین کربن تتراکلرید چند گرم است؟

(ریاضی ۹۴)

- ۱۰ (۴)      ۹ (۳)      ۸ (۲)      ۷ (۱)



$1(2) + 3(2) = 10$

"N N' N"

**تست ۱۵:** با وجود سه ایزوتوپ نیتروژن و سه ایزوتوپ هیدروژن چند مولکول آمونیاک می توان نوشت؟



- ۲۴ (۴)      ۳۰ (۳)      ۲۷ (۲)      ۱۸ (۱)

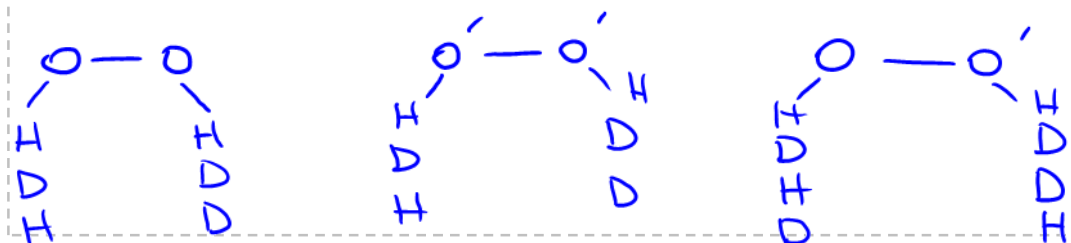
۱۱

۴



**تست ۱۶:** با وجود ۲ ایزوتوپ هیدروژن و ۲ ایزوتوپ اکسیژن چند نوع مولکول  $\text{H}_2\text{O}_2$  می توان نوشت؟

- ۱۱ (۴)      ۱۰ (۳)      ۹ (۲)      ۸ (۱)



جرمها

**جرم مولی:** به جرم یک مول از هر ذره (اتم، مولکول، یون و ...) بر حسب گرم، جرم مولی گفته می شود.

**جرم اتمی:** به جرم یک اتم بر حسب واحد کربنی (amu) جرم اتمی می گویند.

**واحد کربنی (amu):** به  $\frac{1}{12}$  یا ..... جرم کربن  $^{12}\text{C}$ ، واحد کربنی (amu) یا (U)

۹۰۸۳

می گویند.

بر همین اساس:

$$\frac{1}{2000} \text{amu} = \text{جرم الکترون} \quad 1 \text{amu} = \text{جرم نوترون} \quad 1 \text{amu} = \text{جرم پروتون}$$

پس جرم تقریبی:  $1p = 1N = 1 \text{amu} = 2me$

جرم دقیق:  $1N > 1p > 1 \text{amu} \gg e$

**نکته:** در نماد ذرات زیراتمی عدد سمت چپ در بالا جرم نسبی و عدد سمت چپ در پایین بار نسبی ذره است.

X جرمی  
باری

**تست ۱۷:** نماد ذرات زیر اتمی e، p و n را بنویسید.

$e^-$   $p^+$   $n^0$

**تست ۱۸:** اگر جرم پروتون ۱۸۴۰ برابر جرم الکترون، جرم نوترون ۱۸۵۰ برابر جرم الکترون و جرم الکترون برابر  $0.00054 \text{amu}$  در نظر گرفته شود، جرم تقریبی یک اتم تریتم برابر چند گرم خواهد بود؟ ( $1 \text{amu} = 1/66 \times 10^{-24} \text{g}$ )

(ریاضی ۹۳)

$3T$   
 $1p \rightarrow 1 \text{amu}$   
 $2N \rightarrow 2 \text{amu}$   
 $1e^-$

~~$9/112 \times 10^{-24} \text{g}$~~

~~$4/96 \times 10^{-24} \text{g}$~~  (1)

~~$9/115 \times 10^{-24} \text{g}$~~

~~$4/34 \times 10^{-24} \text{g}$~~

$3 \text{amu} \times 1.722 \times 10^{-24} =$

$3T$  جرم:  $1p + 2N + e^- = 1840e^- + \frac{2(1850)e^-}{3700} + e^- = 5541e^- (1.0054) \times 1.722 \times 10^{-24} = ?$

**روش محاسبه جرم اتمی میانگین**

برای به دست آوردن جرم اتمی میانگین ایزوتوپها، از رابطه‌ی روبه‌رو استفاده می‌کنیم:

$$M = \frac{M_1F_1 + M_2F_2 + \dots}{F_1 + F_2 + \dots}$$

$M_1, M_2, \dots$  جرم ایزوتوپها  
 $F_1, F_2, \dots$  فراوانی ایزوتوپها  
M : جرم اتمی میانگین

نکته:

۱

۲

**تست ۱۹:** با فرض این که در طبیعت دو ایزوتوپ اکسیژن به صورت  $^{18}_8\text{O}$  و  $^{16}_8\text{O}$  وجود داشته باشد و جرم اتمی میانگین ایزوتوپ‌ها برابر  $16/4$  باشد، فراوانی ایزوتوپ پایدارتر چند درصد است؟

$F_1 = 100 - F_2$

$$M = \frac{M_1 F_1 + M_2 F_2}{F_1 + F_2} \rightarrow 14,8 = \frac{14 F_1 + 18 F_2}{100}$$

۸۰ (۱)

$1480 = 14(100 - F_2) + 18 F_2 \rightarrow 80 = 2 F_2$

$F_2 = 20$  |  $F_1 = 80$

یک فرمول خاص:

$F_2$  و  $F_1$ : فراوانی ایزوتوپ سبک و سنگین

$m_2$  و  $m_1$ : جرم ایزوتوپ سبک و سنگین

$m$ : جرم اتمی میانگین

$$F_2 = \frac{m - m_1}{m_2 - m_1} \times 100$$

$F_2 = \frac{148 - 14}{18 - 14} \times 100 = 20\%$

۱/۲

**تست ۲۰:** ۴۰ درصد صری در طبیعت به صورت  $^x_Z A$  و بقیه‌ی آن به صورت  $^{x+4}_Z A$  است. اگر جرم اتمی میانگین این عنصر  $12/4$  باشد، حالت پایدار این عنصر را به کدام صورت می‌توان نمایش داد؟



$12,4 = \frac{14x - 4x}{4} \rightarrow x = 10$

$^{10}_Z A$  (۱)

$^{14}_Z A$  (۲)

**تست ۲۱:** عنصر A دارای سه ایزوتوپ  $^{84}A$ ،  $^{86}A$  و  $^{88}A$  است. اگر در صد فراوانی سبک ترین ایزوتوپ آن ۲۰ درصد و جرم اتمی میانگین A برابر ۸۶/۴ باشد، در صد فراوانی دو ایزوتوپ دیگر کدامند؟

- (تجربی خارج ۹۵)
- (۱) ۲۰، ۶۰ (۲) ۴۰، ۴۰ (۳) ۳۰، ۵۰ (۴) ۲۰، ۶۰

$$84,4 = \frac{84(20) + 84(F_r) + 88(100 - F_r)}{100}$$

$$8440 = 1480 + 84F_r + 9880 - 88F_r$$

$$F_r = F_r = 40$$

**تست ۲۲:** عنصر X با جرم اتمی میانگین ۳۶/۸ دارای سه ایزوتوپ طبیعی است که یکی از آنها دارای ۲۰ نوترون با فراوانی ۲۰ درصد و دیگری ۱۸ نوترون با فراوانی ۷۰ درصد است. شمار نوترونهای ایزوتوپ دیگر کدام است؟

- (تجربی خارج ۹۰)
- (۱) ۲۱ (۲) ۲۲ (۳) ۲۳ (۴) ۲۴

**تست ۲۳:** با توجه به داده های جدول زیر، جرم مولی ترکیب  $A_2X_3$  چقدر است؟

(ریاضی خارج ۹۵)

ایزوتوپ	$^{45}A$	$^{47}A$	$^{35}X$	$^{37}X$
درصد فراوانی	۱۰	۹۰	۲۰	۸۰

- (۱) ۲۱۳/۶ (۲) ۲۰۳/۴ (۳) ۱۹۸/۵ (۴) ۱۸۸/۷

## نیمه عمر

تست ۲۴: مقداری A وارد ظرف میکنیم تا واکنش فرضی  $A \rightarrow B$  انجام شود. اگر با گذشت هر ساعت نصف ماده A مصرف شود. چند ساعت زمان لازم است تا  $93/75$  درصد A تجزیه شود؟

(ریاضی ۹۳)

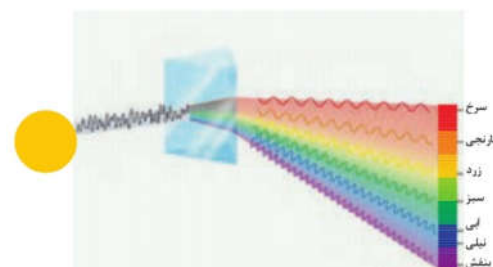
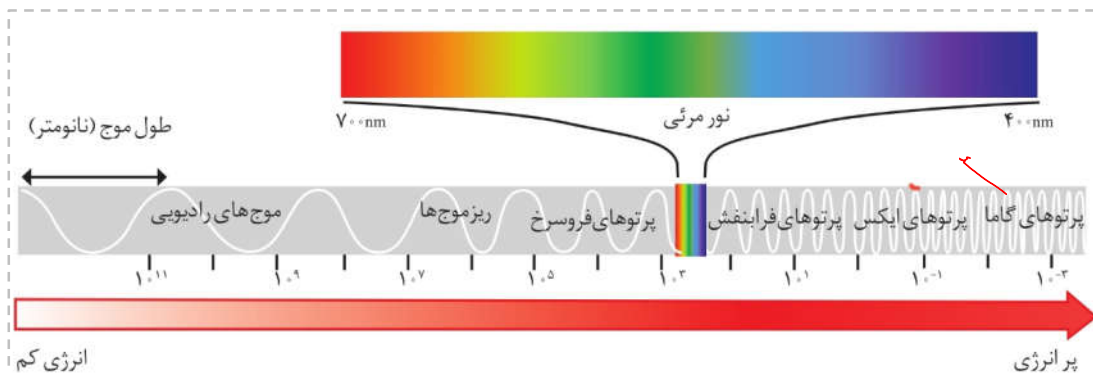
- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵

تست ۲۵: نیمه عمر  ${}^3\text{H}$  حدود  $12/3$  سال است. اگر پس از  $36/9$  سال مقدار  ${}^3\text{H}$  باقی مانده در ظرف برابر ۲۰ گرم باشد، مقدار اولیه  ${}^3\text{H}$  کدام بوده است؟

- (۱) ۱۶۰ (۲) ۸۰ (۳) ۳۲۰ (۴) ۴۰

تست ۲۶: رادیو ایزوتوپ A دارای نیمه عمر ۳۰ ثانیه است. پس از گذشت ۳ دقیقه  $31/5$  گرم از این رادیو ایزوتوپ از بین رفته است. مقدار اولیه این رادیو ایزوتوپ کدام است؟

- (۱) ۶۴ (۲) ۳۲ (۳) ۲۰۱۶ (۴) ۱۰۰۸



☀ **نکته:** نور مرئی بخشی از طیف امواج الکترومغناطیسی است که طول موج بین ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر را دارد. نوری که ما را قادر به دیدن می‌کند نور مرئی است.

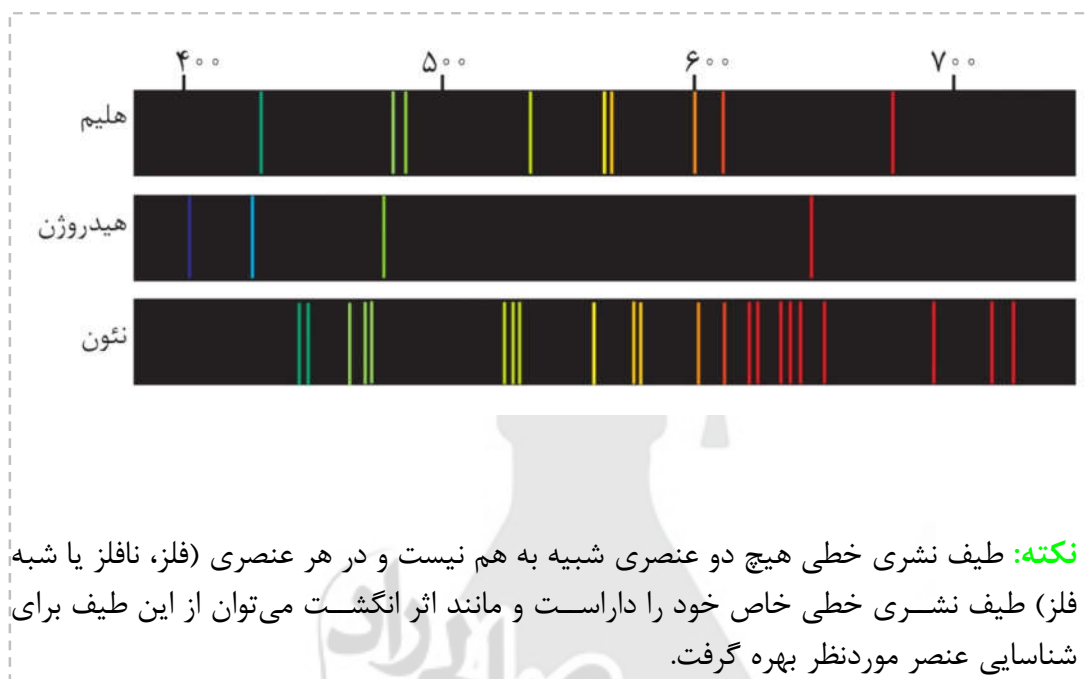
پرتوهای گاما > پرتوی X > پرتوهای فرابنفش > نور مرئی > پرتوهای فرورسرخ > ریزموج‌ها > موج‌های رادیویی: طول موج  
 قرمز < نارنجی < زرد < سبز < آبی < نیلی < بنفش: طول موج

**نکته:** دقت کنید....

☞ شیمیدانها به فرایندی که در آن یک ماده شیمیایی با جذب انرژی، از خود پرتوهای الکترومغناطیس گسیل میدارد نشر میگویند. اگر نور نشر شده از یک ترکیب لیتیم در شعله را از یک منشور عبور دهیم، طیف نشری خطی میگویند.



طیف نشری خطی لیتیم

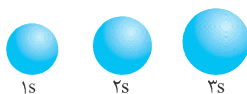


### آرایش الکترونی

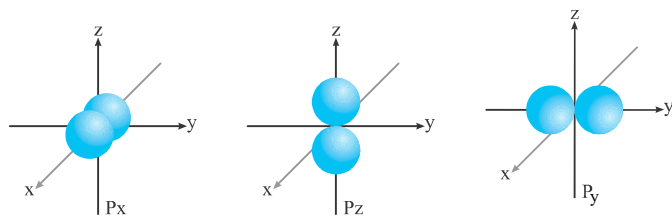
#### انواع زیر لایه‌ها

(۱) **زیر لایه‌ی s:** این زیر لایه دارای یک اوربیتال کروی شکل است.

**نکته:** با توجه به این که هر چه از هسته‌ی اتم دورتر شویم، اثر جاذبه‌ی هسته بر الکترون‌ها کم‌تر می‌شود، الکترون‌ها آزادی عمل بیشتری خواهند داشت و اوربیتال بزرگ‌تر می‌شود، به شکل روبه‌رو توجه کنید:



(۲) **زیر لایه‌ی p:** این زیر لایه شامل سه اوربیتال دمبلی شکل است و می‌تواند حداکثر ۶ الکترون را در خود جای دهد.



(۳) **زیر لایه‌ی d:** این زیر لایه شامل پنج اوربیتال است. این زیر لایه می‌تواند حداکثر ۱۰ الکترون در خود جای دهد.



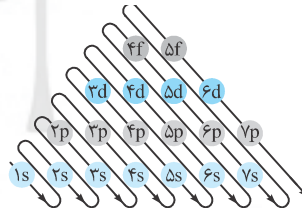
۴) زیر لایه‌ی f: این زیر لایه شامل هفت اوربیتال است و می‌تواند حداکثر ۱۴ الکترون در خود جای دهد.

### نحوه‌ی رسم آرایش الکترونی

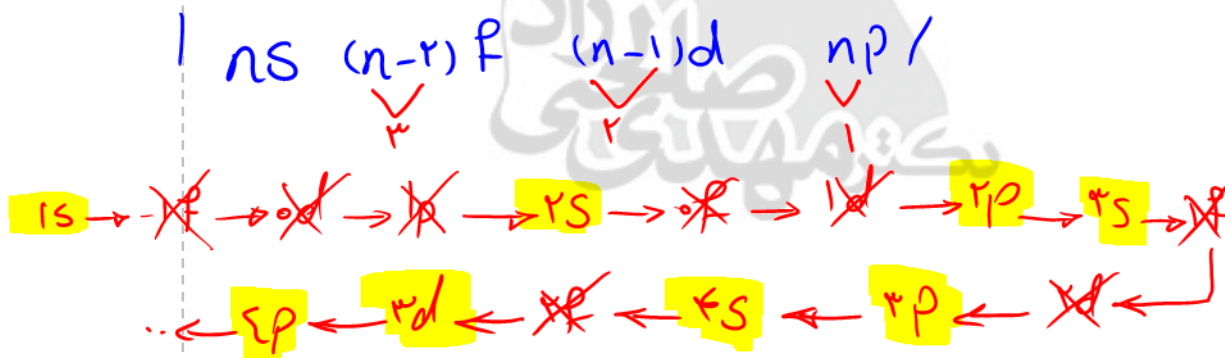
برای رسم آرایش الکترونی یک اتم، به صورت زیر اوربیتال‌ها را پشت سر هم می‌نویسیم:

$$Z X: 1s / 2s, 2p / 3s, 3p, 3d / 4s, 4p, 4d, 4f / \dots$$

اما به ترتیب زیر درون آن‌ها الکترون قرار می‌دهیم:



برای حفظ کردن ترتیب بالا، حتی بیشتر از الگویی که رسم شده می‌توانیم از فرمول زیر استفاده کنیم:



تست ۲۷: بعد از ۷f چه زیر لایه‌ای پر می‌شود؟ **۸d**

بعد از ۹p چه زیر لایه‌ای پر می‌شود؟ **۱۰s**

بعد از ۵d چه زیر لایه‌ای پر می‌شود؟ **۶p**

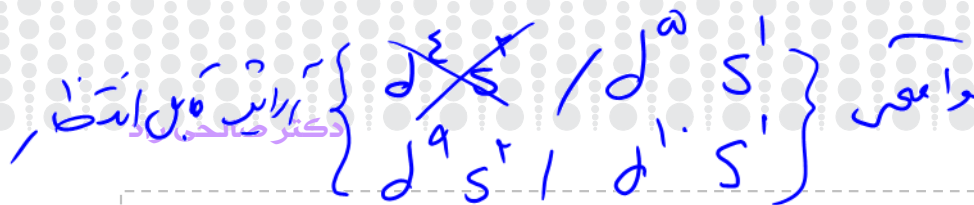
تست ۲۸: ترتیب پر شدن زیر لایه‌ها در کدام موارد، درست است؟

۴d → ۵p → ۶s (✓)

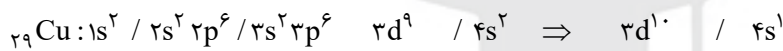
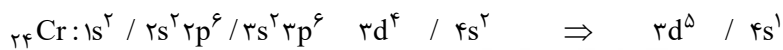
۵d → ۶p → ۶s (✗)

۴f → ۶d → ۶p (✗)

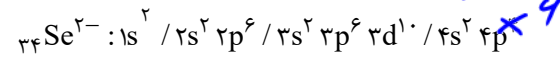
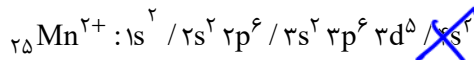
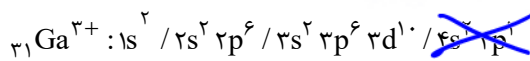
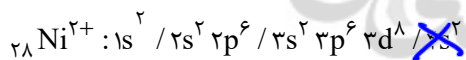
۴p → ۵s → ۴d (✓)



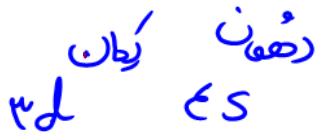
**نکته:** هنگامی که زیر لایه ۳d یک الکترون نیاز داشته باشد که به ساختار نیمه پر یا کاملاً پر برسد، این الکترون را از زیر لایه ۴s می‌گیرد تا به وسیله تقارن ایجاد شده پایدار شود.



**نکته:** برای رسم آرایش الکترونی یک یون، ابتدا باید آرایش اتم را به صورت خنثی رسم کرد و سپس برای ایجاد یون مربوطه، تعداد الکترون‌ها را از لایه‌ی آخر برداشته یا به آن اضافه کنیم. **مثال ۲۹:** آرایش الکترونی یون‌ها را رسم کنید.

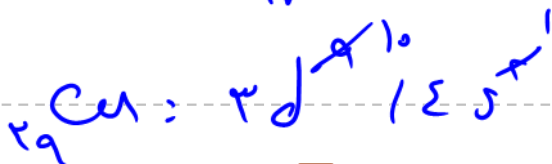
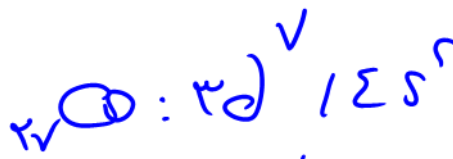
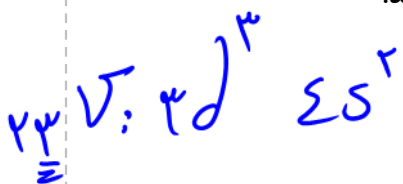


به دست آوردن آرایش الکترونی از روی عدد اتمی:

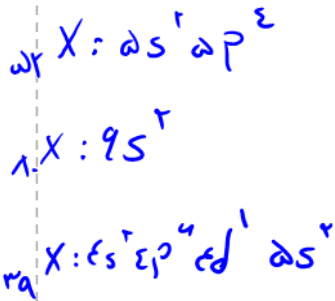


۱- اگر عدد اتمی بین ۲۰ تا ۲۹ باشد:

**مثال ۳۰:** آرایشی الکترونی  ${}_{29}\text{Cu}$  و  ${}_{31}\text{Sc}$  را رسم کنید.

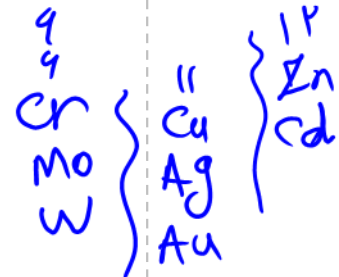


۲- اگر عدد اتمی غیر از اعداد بالا باشد:



$1s^2$	←	$2He$
$2s^2 2p^6$	←	$10Ne$
$3s^2 3p^6$	←	$18Ar$
$4s^2 4p^6$	←	$36Kr$
$5s^2 5p^6$	←	$54Xe$
$6s^2 6p^6$	←	$86Rn$
$7s^2 7p^6$	←	$118Og$

دنده عقب تا ۹۰  
دنده جلو تا ۱۰۰!



مثال ۳۱: آرایش الکترونی اتم‌های زیر را مشخص کنید.



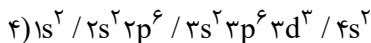
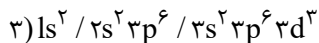
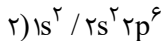
مثال ۳۲: در اتم  $52Te$  به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- (۱) چند لایه‌ی الکترونی دارد؟
- (۲) چند زیر لایه‌ی الکترونی دارد؟
- (۳) چند زیر لایه‌ی ۲ الکترونی دارد؟
- (۴) آخرین لایه چند الکترون دارد؟
- (۵) آخرین زیر لایه چند e دارد؟
- (۶) چند زیر لایه‌ی ۶ الکترونی دارد؟
- (۷) چند لایه پر از الکترون دارد؟

مثال ۳۳: در اتم  $26Fe$  به سؤالات زیر پاسخ دهید.

- (۱) چند لایه‌ی الکترونی دارد؟
- (۲) چند زیر لایه‌ی الکترونی دارد؟
- (۳) چند زیر لایه‌ی ۲ الکترونی دارد؟
- (۴) آخرین لایه چند الکترون دارد؟
- (۵) آخرین زیر لایه چند e دارد؟
- (۶) چند زیر لایه‌ی ۶ الکترونی دارد؟
- (۷) چند لایه پر از الکترون دارد؟

**تست ۳۴:** کدام آرایش الکترونی فقط متعلق به یک کاتیون است؟



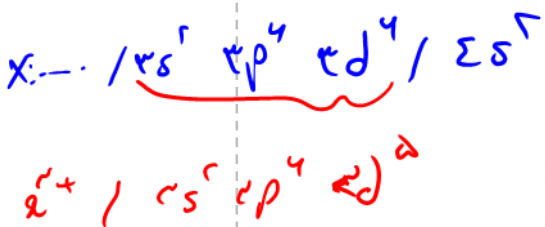
نکته: آرایش مناسب  $(1s^2 / ns^2 np^4)$   
آرایش  $nd^m$

**مثال ۳۵:** با توجه به این که  $X^{3+}$  دارای ۲۳ الکترون است، به سؤالات زیر پاسخ دهید.

(ا) اتم  $X$  در لایه‌ی سوم چند الکترون دارد؟ **۱۴**

(ب) آخرین لایه‌ی آن دارای چند  $e$  است؟ **۱۳**

(پ) آخرین زیرلایه‌ی آن چند  $e$  دارد؟ **۵**



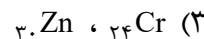
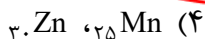
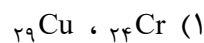
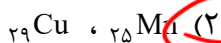
**تست ۳۶:** اگر شمار الکترون‌های زیر لایه‌ی  $4s$  اتم عنصر  $A$  **دو** برابر شمار الکترون‌های

این زیر لایه در اتم عنصر  $B$  و شمار الکترون‌های زیرلایه‌ی  $3d$  اتم آن نصف شمار الکترون‌های این

زیر لایه در اتم  $B$  باشد،  $A$  و  $B$  به ترتیب از راست به چپ، کدام دو عنصر در دوره‌ی چهارم جدول

(ریاضی ۹۲)

تناوبی‌اند؟



A:

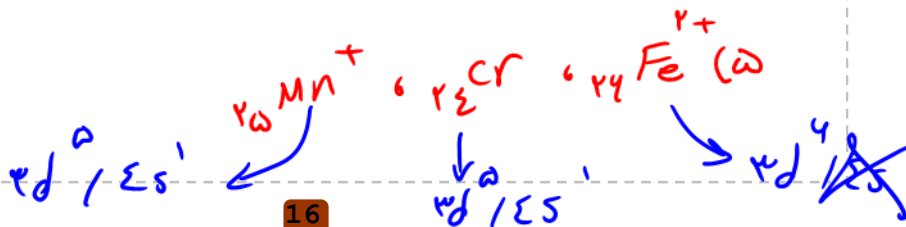
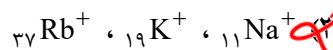
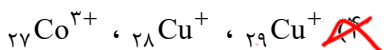


B:



(تجربی ۹۲)

**تست ۳۷:** کدام سه گونه‌ی شیمیایی زیر آرایش الکترونی یکسانی دارند؟



### دسته بندی عنصرها

۱- به عنصرهایی که زیر لایه s آن‌ها در حال پر شدن است، عنصرهای اصلی دسته‌ی s می‌گویند.

$$ns^x \quad \text{تعداد } e \text{ ظرفیت} = \text{توان } x$$

۲- به عنصرهایی که زیر لایه p آن‌ها در حال پر شدن است، عنصرهای اصلی دسته‌ی p می‌گویند.

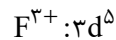
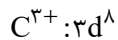
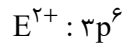
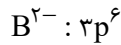
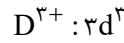
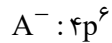
$$ns^2 np^x \quad \text{تعداد } e \text{ ظرفیت} = \dots = \text{توان } p + \text{توان } s$$

۳- به عنصرهایی که زیر لایه d آن‌ها در حال پر شدن است، عنصرهای واسطه‌ی واسطه‌ی خارجی (بعضی وقتا هم بهشون می‌گن عنصرهای واسطه‌ی خارجی)

$$(n-1)d^y ns^x \quad \text{تعداد } e \text{ ظرفیت} = \dots = x + y$$

۴- به عنصرهایی که زیر لایه f آن‌ها در حال پر شدن است، عنصرهای واسطه‌ی داخلی می‌گویند.

**مثال ۳۸:** با توجه به آرایش الکترونی یون‌های داده شده آرایش الکترونی اتم آن‌ها را بنویسید.

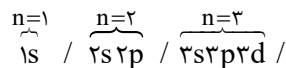


### اعداد کوانتومی

#### ۱- عدد کوانتومی اصلی (n)

$$n = 1, 2, 3, \dots$$

n تعداد و اندازه زیر لایه‌ها (مانند s, p و ...) را در هر لایه‌ی الکترونی مشخص می‌کند. برای مثال، در لایه‌ی n=1 فقط زیر لایه‌ی s و در لایه‌ی n=2 دو زیر لایه‌ی s و p وجود دارند. به الگوی زیر دقت کنید:



تعداد زیر لایه = n

تعداد الکترون = 2n<sup>2</sup>

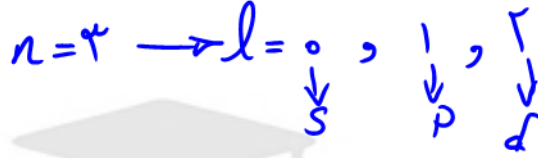
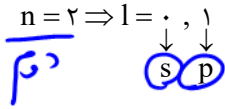
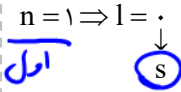
تعداد اوربیتال = n<sup>2</sup>

تعداد کوانتوم لایه  $2n^2 \neq 2l+2$

$l = 0, 1, 2, \dots, (n-1)$

۲- عدد کوانتومی اوربیتال (l)

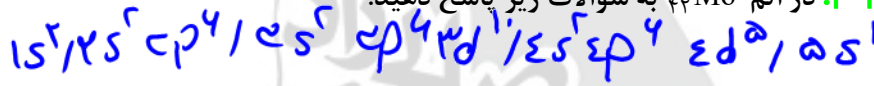
$l = \downarrow, \downarrow, \downarrow, \downarrow, \downarrow, \dots, (n-1)$   
s p d f g



تعداد الکترون =  $4l+2$

تعداد اوربیتال =  $2l+1$

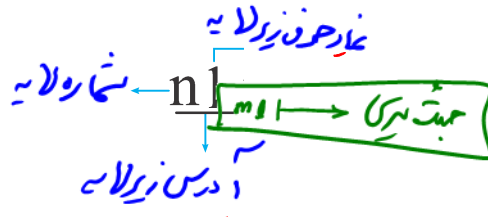
مثال ۳۹: در اتم  $^{42}\text{Mo}$  به سؤالات زیر پاسخ دهید.

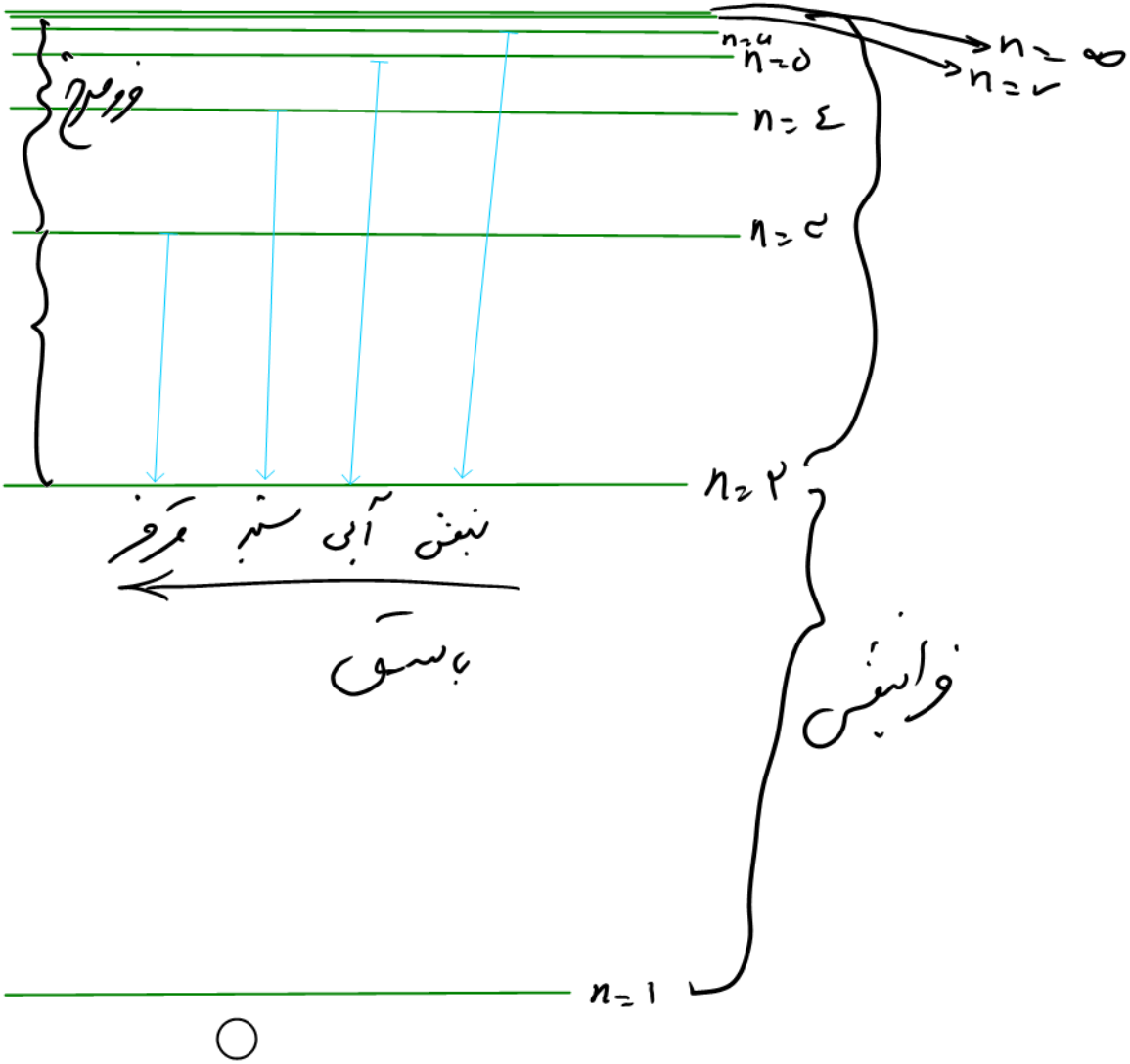


- (۱) چند e با  $n=3$  دارد؟
- (۲) چند e با  $l=1$  دارد؟
- (۳) چند e با  $n=2$  و  $l=0$  دارد؟
- (۴) چند e با  $n=3$  و  $l=1$  دارد؟
- (۵) چند e با  $n=4$  و  $l=2$  دارد؟

مثال ۴۰: جاهای خالی بسیار مهم زیر را پر کرده و به خاطر بسپارید.

(آ) مجموعه‌ای از اوربیتال‌ها با  $l = \dots$  برابر، یک زیر لایه را ایجاد می‌کنند و مجموعه‌ای از  $2l+1$  زیر لایه با  $l = \dots$  برابر یک لایه‌ی الکترونی را ایجاد می‌کنند.

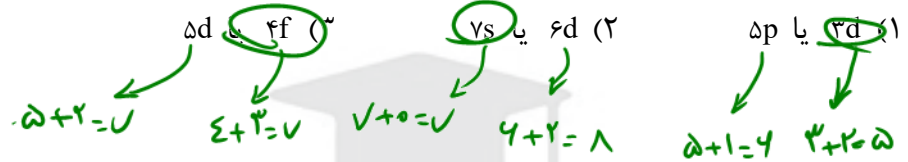




نکته: ترتیب پر شدن زیرلایه‌ها را می‌توان با توجه به قاعده‌ی زیر به دست آورد.

کوصت‌سازارر (۱)  $n+l$  زیرلایه با انرژی کمتر  
 کوصت‌سازارر (۲)  $n$  زیرلایه با انرژی زودتر پرتر

مثال ۴۱: در هریک از موارد زیر کدام اوربیتال زودتر پر می‌شود؟

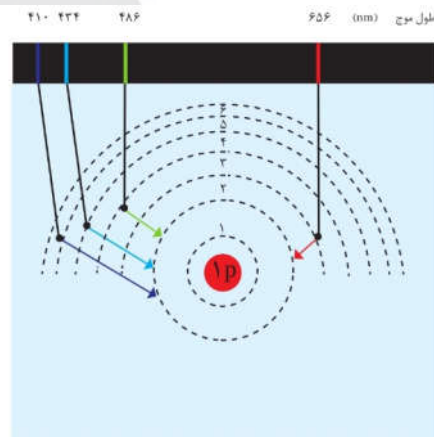


تست ۴۲: آرایش الکترونی  $x^{3+}$  به  $3p^6$  ختم شده است. اگر تفاوت نوترون و پروتون

x برابر ۳ باشد، عدد جرمی x کدام است؟

- ۴۵ (۱)      ۴۳ (۲)      ۳۸ (۳)      ۴۰ (۴)
- جواب:  $3d^1 4s^2 \rightarrow Z=21$

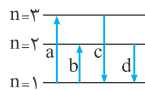
$$21 = \frac{A - 3}{2} \rightarrow \boxed{A = 45}$$



طول موج	انتقال الکترون	رنگ طیف
۶۵۶nm	مربوط به انتقال الکترون از $n = 3$ به $n = 2$	۱- خط قرمز
۴۸۶nm	مربوط به انتقال الکترون از $n = 4$ به $n = 2$	۲- خط سبز
۴۳۴nm	مربوط به انتقال الکترون از $n = 5$ به $n = 2$	۳- خط آبی
۴۱۰nm	مربوط به انتقال الکترون از $n = 6$ به $n = 2$	۴- خط بنفش

مثال ۴۳: در طیف نشری خطی عنصری ۲ خط طیفی با طول موج‌های ۲۰۰ و ۲۵۰ نانومتر

در دیده می‌شود. کدام انتقال در شکل مقابل، مربوط به طول موج ۲۰۰ نانومتر است؟



- a (۱)      b (۲)      c (۳)      d (۴)



## جدول تناوبی‌های امروزی

## چند آمار کلی راجع به جدول تناوبی

۹۱ عنصر از جدول تناوبی در طبیعت یافت می‌شوند که در یک تقسیم‌بندی به سه دسته فلز، نافلز و شبه‌فلز تقسیم می‌شوند.

## فلزها:

فلزهای اصلی شامل کل گروه ۱ و ۲ و فلزهای گروه ۱۳ تا ۱۵، هستند. فلزهای واسطه شامل گروه ۳ تا ۱۲ هستند.

- |   |                              |            |
|---|------------------------------|------------|
| ۱ | رسانای خوب گرما و برق        | خواص فلزها |
| ۲ | سطح براق                     |            |
| ۳ | قابلیت چکش‌خواری و شکل‌پذیری |            |
| ۴ | قابلیت تشکیل کاتیون          |            |
| ۵ | نقطه‌ی ذوب و جوش بالا.       |            |

## نافلزها

این عناصر در سمت راست جدول تناوبی قرار دارند و ویژگی‌های زیر را دارند:

- |   |   |              |
|---|---|--------------|
| ۱ | رسانای خوبی برای گرما و برق نیستند.             | خواص نافلزها |
| ۲ | عموماً سطح آن‌ها براق نیست. (کدر است)           |              |
| ۳ | خاصیت مفتول شدن ندارند.                         |              |
| ۴ | قابلیت تشکیل آنیون (یون منفی) را دارند.         |              |
| ۵ | اغلب آن‌ها نقطه‌ی ذوب و جوش نسبتاً پایین دارند. |              |

## نکات نافلزها

**نکته ۱:** کربن در شکل الماس و گرافیت، نقطه‌ی ذوب بالایی دارد و گرافیت رسانای خوب جریان برق است.

**نکته ۲:** شرط وجود خاصیت رسانایی برق برای یک ماده، وجود الکترون یا یون آزاد (متحرک) در ساختار آن ماده است. اما شرط وجود خاصیت رسانایی گرمایی، توانایی انتقال گرما به‌واسطه‌ی ارتعاش ذرات ماده است. در الماس، اتم‌های کربن در یک شبکه‌ی غول‌آسا به هم متصل هستند که در اثر گرما، اتم‌های نزدیک منبع گرما به ارتعاش درآمده و این ارتعاش بلافاصله در ماده از ذره‌ای به ذره‌ی دیگر منتقل و جابه‌جا می‌شود. به‌طوری‌که رسانایی گرمایی الماس از فلزاتی مانند مس هم بیشتر است.

**نکته ۳:** نافلزها در سه حالت جامد، مایع و گاز یافت می‌شوند. تنها نافلز مایع، برم است. اما ۱۲ نافلز در حالت گاز یافت می‌شوند. ۷ گاز نجیب (Og, Rn, Xe, Kr, Ar, Ne, He) به همراه ۵ نافلز

دارند. به صورت گاز هستند و ۵ مورد دیگر (I, Se, S, P, C) به صورت جامد وجود دارند.

**نکته ۴:** کلیه ی نافلزها جزو عناصر دسته ی p هستند. در این بین تنها هیدروژن ( $H_2$ ) و هلیم ( $He$ ) در دسته ی s قرار دارند.

**نکته ۵:** کلیه ی عنصرهای گروه ۱۸ (گازهای نجیب) به صورت تک اتمی ( $Rn, Xe, Kr, Ar, Ne, He$ )، کلیه ی عنصرهای گروه ۱۷ (هالوژن ها) به صورت ۲ اتمی ( $At_2, I_2, Br_2, Cl_2, F_2$ ) و سایر نافلزات به صورت ( $H_2, C, N_2, P_4, O_2, S_8, Se_8$ ) یافت می شوند.

**نکته ۶:** عنصرهای دواتمی عبارتند از: .....

### شبه فلزها

اگر یک عنصر را نتوان جزو فلزها یا نافلزها طبقه بندی کرد آن را جزو شبه فلزها قرار می دهند. این عنصرها برخی از خواص فلزها و نافلزها را توأم با هم دارند. به عنوان مثال، سیلیسیم یک شبه فلز است و عنصری درخشان (خصوصیت فلزی) و شکننده (خصوصیت نافلزی) بوده و نیمه رسانا (بین خاصیت فلزی و نافلزی) است.

**عناصرهای شبه فلز:** بور (B)، سیلیسیم (Si)، ژرمانیم (Ge)، آرسنیک (As)، آنتیموان (Sb)، تلوریم (Te)، پلونیوم (Po) و استاتین (At).

	دسته ی s		دسته ی d										دسته ی p					
	۱	۲											۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸
n=۱ تناوب اول	H	He																
n=۲ تناوب دوم	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
n=۳ تناوب سوم	Na	Mg	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	Al	Si	P	S	Cl	Ar
n=۴ تناوب چهارم	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
n=۵ تناوب پنجم	Rb	Sr	Y			Mo					Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
n=۶ تناوب ششم	Cs	Ba	Lu			W					Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
n=۷ تناوب هفتم	Fr	Ra	Lr															
			دسته ی f															
			لاانتیدها	۵۷	La													
			اکتینیدها	۸۹	Ac													

۱s			۱s
۲s			۲p
۳s			۳p
۴s	۳d		۴p
۵s	۴d		۵p
۶s	۵d		۶p
۷s	۶d		۷p
		۴f	
		۵f	

اگر قرار بود لانتانیدها و اکتینیدها در داخل جدول قرار گیرند، جدول تناوبی به شکل زیر می‌شد.

n=۱	۱s			۱s
n=۲	۲s			۲p
n=۳	۳s			۳p
n=۴	۴s		۳d	۴p
n=۵	۵s		۴d	۵p
n=۶	۶s	۴f	۵d	۶p
n=۷	۷s	۵f	۶d	۷p

**مثال ۴۴:** با توجه به شکل‌های جدول تناوبی بالا به سؤالات زیر پاسخ داده، جاهای خالی را پر کنید و همه را به خاطر بسپارید.

- در جدول تناوبی ..... گروه و ..... ردیف وجود دارد.
- کوتاه‌ترین ردیف جدول ردیف ..... با ..... عنصر و بلندترین ردیف جدول ردیف ..... با ..... عنصر است.
- طولانی‌ترین گروه جدول تناوبی گروه ..... با ..... عنصر است.
- عناصر فلز، نافلز و شبه‌فلز را براساس تعداد مرتب کنید.
- عناصر جامد، مایع و گاز را براساس تعداد مرتب کنید.
- در تناوب ۱ تا ۷ به ترتیب چند عنصر قرار دارند؟
- اولین عنصر واسطه در تناوب ..... و اولین عنصر واسطه داخلی در تناوب ..... قرار دارد.
- زیرلایه‌های لایه‌ی سوم در تناوب ..... تکمیل و زیرلایه‌های لایه‌ی چهارم در تناوب ..... تکمیل می‌شوند.

شبه فلز نافلز فلز  
مایع جامد گاز

۱۸ → ۵ و ۴  
۳۲ → ۷ و ۶  
۲ → ۱ ردیف  
۸ → ۳ و ۲

## تعیین گروه و ردیف

### تعیین و گروه و ردیف از روی آرایش الکترونی

<p>A: .....<math>4s^1</math></p>	<p>بزرگ‌ترین ضریب S: <b>S</b></p> <p>ردیف: <b>توان ۴</b></p> <p>گروه: <b>۱</b></p>	<p>۱- عناصر دسته‌ی S (<math>ns^x</math>)</p>
<p>B: .....<math>3s^2 3p^1</math></p>	<p>بزرگ‌ترین ضریب S: <b>S</b></p> <p>ردیف: <b>توان ۳ + ۲ = ۵</b></p> <p>گروه: <b>۱۲</b></p>	<p>۲- عناصر دسته‌ی p (<math>ns^2 np^x</math>)</p>
<p>C: .....<math>3d^2 / 4s^2</math></p>	<p>بزرگ‌ترین ضریب S: <b>S</b></p> <p>ردیف: <b>توان ۳ + ۲ = ۵</b></p> <p>گروه: <b>۲</b></p>	<p>۳- عناصر دسته‌ی d (<math>(n-1)d^x ns^y</math>)</p>
<p>ردیف = بزرگ‌ترین ضریب S</p> <p><b>۳</b> = گروه</p>		<p>۴- عناصر دسته‌ی f</p>

**نکته:** عنصر هلیم به زیرلایه‌ی S ختم می‌شود ( $1s^2 = He$ )، متعلق به گازهای نجیب است.

**مثال ۴۵:** شمار گروه و دوره‌ی عناصر زیر را تعیین کنید:

<p>(الف) <math>X^{3+} : \dots 2p^6</math> [©: ۱۳]  <math>\alpha: 3s^2 3p^1</math> [n: ۳]</p>	<p>(ب) <math>X^{3+} : 3p^6</math> [©: ۲]  <math>\alpha: 3d^1 4s^2</math> [n: ۴]</p>	<p>(پ) <math>X^{3+} : 3d^5</math> [©: ۸]  <math>\alpha: 3d^4 4s^2</math> [n: ۴]</p>
<p>(ت) <math>X^{3+} : \dots 3d^8</math> [©: ۱۱]  <math>\alpha: 3d^1 4s^1</math> [n: ۴]</p>	<p>(ث) <math>X^{2-} : 4p^6</math> [©: ۱۴]  <math>\alpha: 4p^4</math> [n: ۴]</p>	<p>(ج) <math>X^{2+} : 5s^2</math> [©: ۱۲]  <math>\alpha: 5s^2 5p^2</math> [n: ۵]</p>

### تعیین گروه و ردیف از روی عدد اتمی:

۱- اگر عدد اتمی بین ۲۰ تا ۲۹ باشد:

ردیف = **۴**

گروه = **توان + رهمن**

$29 Cu \Rightarrow \begin{matrix} \rightarrow 4 \\ \rightarrow 11 \end{matrix}$

برای ۵۷ تا ۷۰ برابر ۶  
برای ۸۹ تا ۱۰۲ برابر ۷

۱- اگر عدد اتمی بین ۵۷ تا ۷۰ و یا بین ۸۹ تا ۱۰۲ باشد  
ردیف = گروه = ۳

دوره	ردیف	Z
۱۶	۶	۸۴
۱۴	۵	۵۰
۷	۴	۲۵
۲	۲	۵۶

۳- اگر عدد اتمی بین اعداد بالا نبود:

- ۲ He ⇒ ردیف = ۱
- ۱۰ Ne ⇒ ردیف = ۲
- ۱۸ Ar ⇒ ردیف = ۳
- ۳۶ Kr ⇒ ردیف = ۴
- ۵۴ Xe ⇒ ردیف = ۵
- ۸۶ Rn ⇒ ردیف = ۶
- ۱۱۸ Og ⇒ ردیف = ۷

گروه = ردیف = ۳

مثال ۴۶: دوره و گروه عناصر زیر را تعیین کنید.

الف)  ${}_{33}\text{As}$  [C: ۱۵, n: ۴]

ب)  ${}_{38}\text{Sr}$  [C: ۲, n: ۵]

ت)  ${}_{74}\text{W}$  [C: ۶, n: ۶]

پ)  ${}_{58}\text{Ce}$  [C: ۳, n: ۶]

ث)  ${}_{41}\text{Nb}$  [C: ۵, n: ۵]

تست ۷۴: اگر اتم X هم ردیف اتمی با آرایش الکترونی  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$  و هم ستون اتمی با آرایش الکترونی  $1s^2 2s^2 2p^3$  باشد، اتم X کدام است؟

- آرایش الکترونی  $1s^2 2s^2 2p^3$  باشد، اتم X کدام است؟
- ۱)  ${}_{13}\text{Al}$       ۳)  ${}_{31}\text{Ga}$       ۲)  ${}_{33}\text{As}$       ۴)  ${}_{15}\text{P}$

مثال ۴۸: عنصری با عدد اتمی ۱۷ با کدام عنصر که عدد اتمی آن در زیر داده شده از نظر خواص شیمیایی شباهت دارد؟

- ۱) ۳۴      ۲) ۳۵      ۳) ۱۶      ۴) ۱۸

**تست ۴۹:** اگر آرایش الکترونی  $A^{2-}$  و  $D^{2+}$  هر یک به  $3p^6$  ختم شود، عبارت کدام گزینه درست است؟

$$A: 3p^2$$

$$D: 4s^2$$

است؟

(۱) اتم D به دوره‌ی چهارم و اتم A به دوره‌ی سوم تعلق دارد.

(۲) اتم A به گروه چهارم و اتم D به گروه دوم تعلق دارد.

(۳) D اتم عنصر واسطه و A اتم عنصر اصلی است.

(۴) تفاوت تعداد الکترون‌های A و D برابر ۱۲ است.

**تست ۵۰:** عنصر X با از دست دادن سه الکترون به آرایش هشتایی یک گاز نجیب رسیده است.

این عنصر به کدام دوره و گروه جدول تناوبی می‌تواند تعلق داشته باشد؟

~~(۱) تناوب دوم و گروه ۱۵~~

~~(۱) تناوب دوم و گروه ۱۳~~

~~(۲) تناوب سوم و گروه ۳~~

(۳) تناوب چهارم و گروه ۳

$$Z = \frac{44 - 12 + 2}{2} = 27$$

**تست ۵۱:** کدام عبارت نادرست است؟

(۱) اگر در یون تک‌اتمی  $X^{2+}$ ، تفاوت نوترون‌ها و الکترون‌ها برابر ۱۲ باشد، عنصر X در تناوب ۴ و گروه ۹

جدول قرار دارد (برگرفته از سراسری ریاضی خارج از کشور ۸۹)

(۲) عناصر  ${}_{29}\text{Cu}$ ،  ${}_{79}\text{Au}$  و  ${}_{47}\text{Ag}$ ، در یک گروه جدول تناوبی قرار دارند.

(برگرفته از سراسری ریاضی خارج از کشور ۸۹)

(۳) برم ( ${}_{35}\text{Br}$ ) نافلزی مایع است که در گروه ۱۷ قرار دارد و آرایش لایه‌ی ظرفیت آن  $4s^2 4p^5$  است.

(برگرفته از سراسری تجربی خارج از کشور ۸۹)

(۴) اگر شمار الکترون‌های یون تک‌اتمی  $X^-$  برابر ۵۴ باشد، عنصر X در گروه ۱۸ قرار دارد.

(برگرفته از سراسری تجربی خارج از کشور ۸۸)

**تست ۵۲:** اگر تفاوت شمار نوترون‌ها و الکترون‌ها در یون تک‌اتمی  ${}^{119}\text{A}^{4+}$  برابر ۲۳ باشد،

عنصر A در کدام دوره و کدام گروه جدول تناوبی جای دارد؟ (سراسری تجربی خارج از کشور ۸۸)

(۴) - پنجم

(۳) - چهارم

(۲) - پنجم

(۱) - چهارم

$$Z = \frac{119 - 23 + 4}{2} = 50$$

**نکته:** تعداد عناصر بین دو عنصر مورد نظر را می توان از فرمول زیر پیدا کرد.

$$۱ - \text{ابتدا از عدد اتمی} = \text{تعداد بین دو عنصر}$$

**مثال ۵۳:** به سؤالات زیر پاسخ دهید:

الف) بین دو عنصر A و B ۱۳ و ۳۳ چند عنصر وجود دارد؟

$$(۳۳ - ۱۳) - ۱ = ۱۹$$

ب) بین عنصری از گروه ۱۳ و تناوب ۴ و عنصری از گروه ۴ و تناوب ۵ چند عنصر قرار دارد؟

$$(۴۰ - ۳۱) - ۱ = ۸$$

**مثال ۵۴:** با توجه به جدول زیر چند عنصر میان عناصر A و B وجود دارد؟

عنصر	A	B
ردیف	۵	۶
گروه	۲	۱۳

۲۹ (۴)

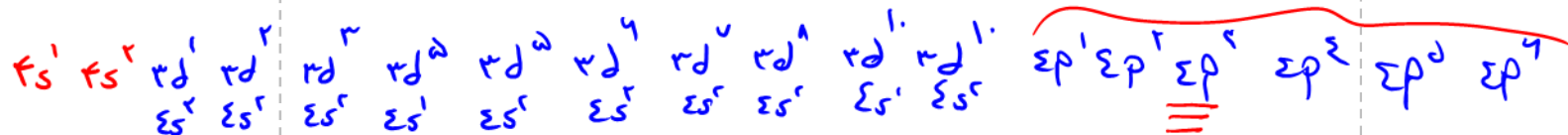
۲۸ (۳)

۴۲ (۲)

۴۳ (۱)

$$(۲۸ - ۱۱) - ۱ = ۱۶$$

**مثال ۵۵:** با توجه به آرایش الکترونی عناصر دوره چهارم به سؤالات زیر پاسخ دهید.



الف) در دوره چهارم جدول تناوبی، آرایش الکترونی چند عنصر به  $4s^1$  ختم می شوند؟ **۳**

ب) در دوره چهارم جدول تناوبی، آرایش الکترونی چند عنصر به  $4s^2$  ختم می شوند؟ **۹**

ت) در دوره چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر زیرلایه d نیمه پر است؟ **۲**

ج) در دوره چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر زیرلایه d کاملاً پر است؟ **۱**

چ) در دوره چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر آخرین زیرلایه دارای یک الکترون است؟ **۴**

ح) در دوره چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر آخرین زیرلایه، دارای دو الکترون است؟ **۱۰**

خ) در دوره چهارم جدول تناوبی، در چند عنصر آخرین زیرلایه، نیمه پر است؟ **۴**



۱۷ HCl

۴ اعلی

### نحوه‌ی شناسایی ترکیبات یونی

- ۱ هر ترکیبی که دارای ..... باشد، یک ترکیب یونی است.
- ۲ هر ترکیبی که دارای ..... باشد، یک ترکیب یونی محسوب می‌شود.
- ۳ هر ترکیبی که دارای فلزهای  $\text{Li}$ ،  $\text{Na}$ ،  $\text{K}$ ،  $\text{Ca}$ ،  $\text{Ba}$ ،  $\text{Mg}$  باشد، یک ترکیب یونی است.
- ۴ ترکیب‌های آلومینیوم ( $\text{Al}$ ) با فلئور ( $\text{F}$ )، اکسیژن ( $\text{O}$ ) و برخی بنیان‌های اکسیژن‌دار مانند نیترات ( $\text{NO}_3^-$ )، فسفات ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) و ... یونی هستند. برای مثال  $\text{AlF}_3$ ،  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ،  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ ،  $\text{AlPO}_4$  و ...
- ۵ فلزات واسطه پیوندهای مختلفی تشکیل می‌دهند، اما موقتاً شما عزیزان در این فصل ترکیب‌های دارای فلزات واسطه را یونی فرض کنید.
- ۶ قلع و سرب با ظرفیت (II)

مثال ۵۶: ترکیب‌های یونی را از بین ترکیب‌های زیر مشخص کنید.

~~$\text{NH}_3$~~  -  ~~$\text{SO}_2$~~  -  ~~$\text{ICl}_3$~~  -  ~~$\text{KCN}$~~  -  ~~$\text{FeCl}_2$~~  -  ~~$\text{K}_2\text{O}_2$~~  -  ~~$\text{NaH}$~~  -  ~~$\text{CoCl}_2$~~   
 ~~$\text{BF}_3$~~  -  ~~$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$~~  -  ~~$\text{CaF}_2$~~  -  ~~$\text{NH}_4\text{Cl}$~~  -  ~~$\text{HF}$~~  -  ~~$\text{N}_2\text{O}_5$~~  -  ~~$\text{HCN}$~~

۴ اعلی

### نحوه‌ی تشکیل ترکیبات یونی

سodium، فلز است و اتم آن الکترون می‌دهد.

کلر، نافلز است و اتم آن الکترون می‌گیرد.

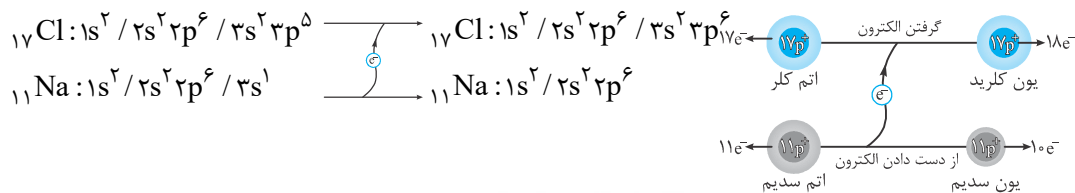
فلز سدیم

گاز کلر (زرد سبز)

سدیم کلرید

۴ اعلی





**تست ۵۷:** در روند ایجاد پیوند یونی بین دو اتم از گروه ۱ و ۱۷ که در شکل نمایش داده شده است، کدام گزینه درست نیست؟

(۱) اتم (۲) کلر و اتم (۱) سدیم است.  
 (۲) خاصیت فلزی اتم (۱) از اتم (۲) بیشتر است.  
 (۳) الکترون از اتم (۱) به اتم (۲) داده می شود.  
 (۴) تغییرات شعاع، وابسته به کاهش و یا افزایش الکترون است.



**مثال ۵۸:** فرمول حاصل از زوج های زیر را بنویسید.

Si, O	$\text{SiO}_2$	Mg, N	$\text{Mg}_3\text{N}_2$
$\text{K}^+, \text{O}_2^{2-}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{NH}_4^+, \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$	$(\text{NH}_4)_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
Ca, $\text{NO}_3^-$	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Fe}^{3+}, \text{O}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$

برای نام گذاری یک ترکیب یونی کافی است فرمول زیر را رعایت کنیم:  
 نام ترکیب یونی = نام کاتیون + نام آنیون

نام کاتیون } کاتیون اصلی = نام فلز  
 کاتیون واسطه = نام فلز + ظرفیت با اعداد رومی

$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Ti}^{2+}$	$\text{Al}^{3+}$	$\text{Mn}^{4+}$
منیزیم	تیتانیم II	آلومینیم	منگنز IV

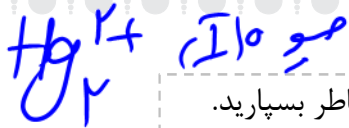
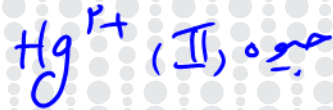
**تصوهی ۱:** چهار کاتیون واسطه به علت این که فقط دارای یک ظرفیت هستند، همانند کاتیون های اصلی نام گذاری می شوند.

$\text{Sc}^{3+}$	$\text{Ag}^+$	$\text{Cd}^{2+}$	$\text{Zn}^{2+}$
اسکاندیم	نقره	کادمیم	روی

تصوهی ۲: عناصر پس از این خط در این جدول

$\text{Sn}^{2+}$   $\text{Sn}^{4+}$   $\text{Pb}^{2+}$   $\text{Pb}^{4+}$   
 قلع II قلع IV سرب II سرب IV  
 استایید استایید

# تبره ۳- حومه رارس آفست است



تبره ۴: در کتاب درسی یک کاتیون چنداتمی است که نام آن را باید به خاطر بسپارید.



## نام گذاری آنیون ها

۱- نام آنیون های عناصر جدول تناوبی:

نام آنیون = نام یا ریشه ی نافلز + ید

## نام گذاری ترکیب های مولکولی

۱- نام گذاری بوسیله پیشوندهای یونانی:

نام = تعداد عنصر سمت چپ (به جز ۱) + نام عنصر سمت چپ + تعداد عنصر سمت راست + نام عنصر سمت راست + ید

مثال ۵۹: نام ترکیب های زیر را بنویسید.

فرمول	NO	$N_2O$	$NO_2$	$N_2O_5$
نام	نیتروژن مونواکسید	دای نیتروژن مونواکسید	نیتروژن دی اکسید	دای نیتروژن پنتا اکسید

مثال ۶۰: نام ترکیب و یا فرمول شیمیایی مواد را بنویسید.

فرمول	$P_2O_6$	$PCl_5$	$Al_2O_3$	$SeF_6$
نام	تترافلورین اکسید	پنتا کلرید فسفر	آلومینا	سدیم هگزا فلورو سولفورید

آمونیم

تست ۶۱: برای تشکیل یک مول از کدام ترکیب زیر، تعداد مول بیشتری

الکترون مبادله می شود؟

(۱) سدیم نیتريد	(۲) آهن (II) اكسيد	(۳) باريم كلريد	(۴) آلومینیم اكسيد
$Na_3N$	$FeO$	$BaCl_2$	$Al_2O_3$
$3 \times 1 = 3$	$1 \times 2 = 2$	$1 \times 2 = 2$	$2 \times 3 = 6$

با کاتیون  $\times$  تعداد آنیون = تعداد مول مبادله شده  
 با آنیون  $\times$  ~ آنیون =

سدیم آزید

سدیم

## ساختار لوویس

۱. ساختار لوویس ترکیب‌های ۲ تایی: کافی است ۲ اتم را به هم وصل کنیم.



**جفت الکترون ناپیوندی:** جفت الکترونی است که در تشکیل پیوند کووالانسی شرکت نمی‌کند و فقط به یکی از اتم‌ها تعلق دارد.

**جفت الکترون پیوندی:** جفت الکترونی است که در تشکیل پیوند کووالانسی شرکت می‌کند. هر (—) نشان‌دهنده‌ی یک جفت الکترون پیوندی است.

۲. ساختار لوویس ترکیب‌های چندتایی ساده:

موارد زیر را به ترتیب رعایت کنید:

**اول:** اتم مرکزی را انتخاب کنید.

☞ اتمی مرکزی است که دارای بیشترین ..... یا به عبارتی بیشترین الکترون تنها باشد.

☞ اگر ظرفیت‌ها برابر بود اتمی مرکزی است که ..... باشد.

**دوم:** همه‌ی اتم‌ها را به اتم مرکزی وصل کنید.

**سوم:** تکلیف هر اتم را به طور کامل مشخص کنید بعد سراغ اتم بعدی بروید.

**چهارم:** اکسیژن را آخر از همه وصل کنید.

**مثال ۶۲:** آرایش لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید:

CH <sub>3</sub> I		CS <sub>2</sub>	
CH <sub>3</sub> O		HCN	

### ۳. ساختار لوویس چندتایی دارای پیوند داتیو:

ایجاد پیوند داتیو نیاز به یک جفت الکترون ناپیوندی دارد و یک فضای خالی.

مکان‌های خالی عبارتند از:

۱

۲

۳

۴

**مثال ۶۳:** آرایش لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید:

$\text{SO}_2$		$\text{N}_2\text{O}$	
$\text{POCl}_3$		$\text{SO}_2\text{Cl}_2$	

### ۴. ساختار لوویس اسیدهای اکسیژن دار (به جز فسفر):

به ترتیب زیر عمل کنید:

**اول:** تنها عنصر موجود به جز O و H را به عنوان اتم مرکزی انتخاب کنید.

**دوم:** تا آنجا که امکان دارد عوامل ( $\text{H}-\ddot{\text{O}}$ ) بسازید.

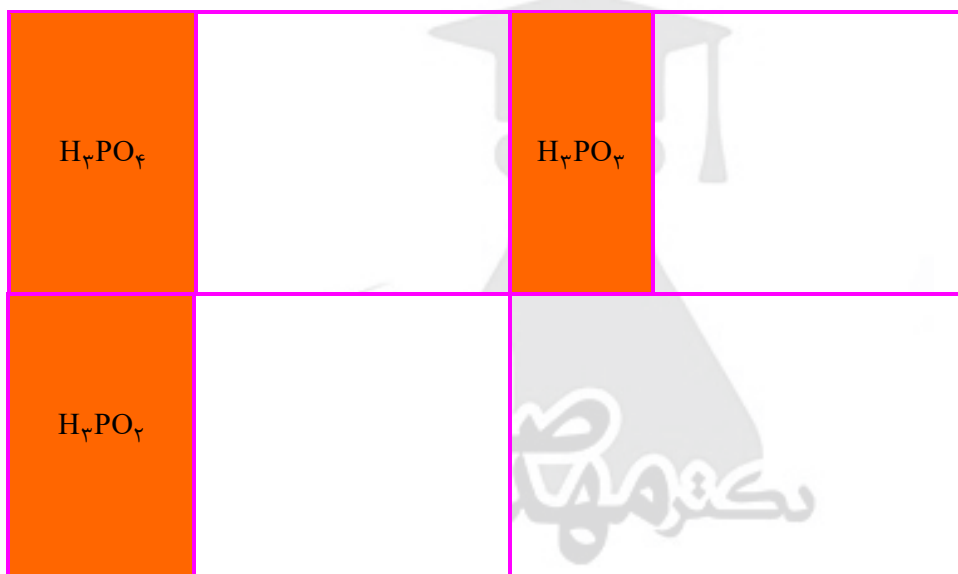
**سوم:** پس از وصل عوامل ( $\text{H}-\ddot{\text{O}}$ ) به اتم مرکزی تصمیم بگیرید.

**مثال ۶۴:** آرایش لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید:

$\text{H}_2\text{SO}_3$		$\text{HClO}_4$	
$\text{H}_2\text{CO}_3$		$\text{HNO}_3$	

**نکته:** اگر اسید اکسیژن دار فسفر داشتیم ابتدا یک پیوند داتیو بین اکسیژن و فسفر برقرار می‌کنیم، سپس مانند بقیه‌ی اسیدها ادامه می‌دهیم.

**مثال ۶۵:** آرایش لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید:



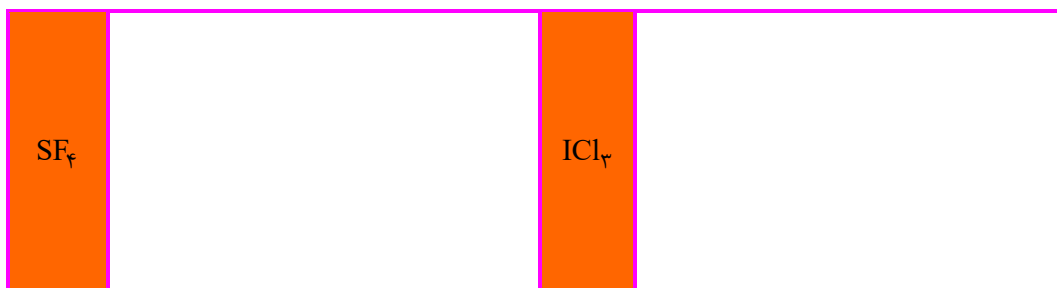
**۵. ساختار لوویس ترکیب‌هایی که از ظرفیت فرعی خود استفاده کرده‌اند:**

توجه داشته باشید که اگر هالوژن اضافه بیاید می‌تواند باعث برانگیختگی اتم مرکزی شود.

**نکته:** بر ظرفیت‌های اصلی و فرعی عناصر دقت کنید:

۱۷	۱۶	۱۵	۱۴	۱۳	۲	۱	شماره‌ی گروه
							ظرفیت اصلی
							ظرفیت فرعی

**مثال ۶۶:** آرایش لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید.



$\text{XeF}_6$		$\text{PBr}_5$	
----------------	--	----------------	--

۶. ساختار لوویس یون‌ها:

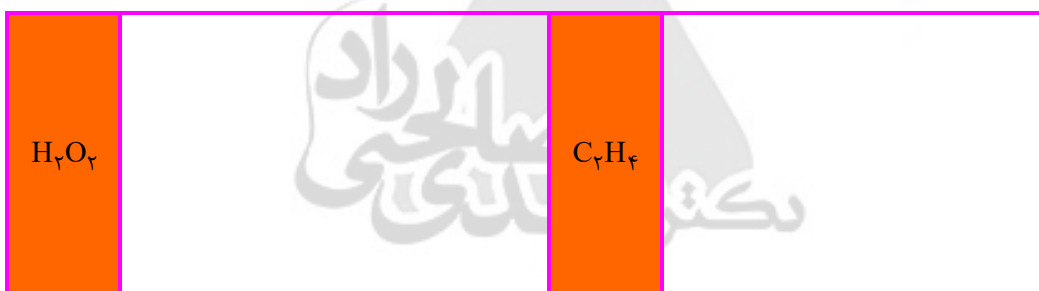
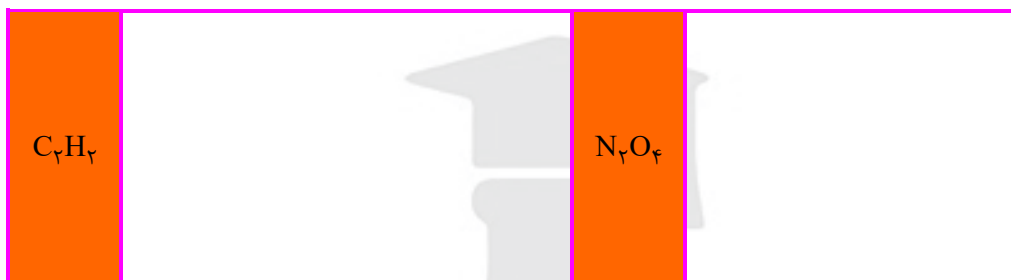
مثال ۶۷: آرایش لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید.

$\text{CH}_3^-$		$\text{NH}_4^+$		$\text{NO}_2^-$	
$\text{SCN}^-$		$\text{ICl}_4^-$		$\text{CH}_3^+$	
$\text{N}_3^-$		$\text{PCl}_6^-$		$\text{SF}_6^{2-}$	
$\text{SO}_4^{2-}$		$\text{CO}_3^{2-}$		$\text{NO}_3^-$	

۷. ساختار لوویس ترکیب‌هایی که دو اتم مرکزی دارند.

دو قسمت یکسان با هر اتم مرکزی درست کنید و در نهایت آن‌ها را به هم وصل کنید.

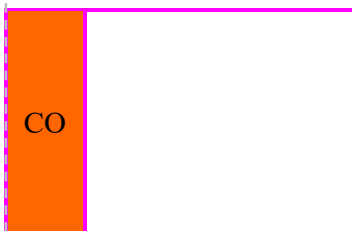
مثال ۶۸: ساختار لوویس ترکیب‌های زیر را رسم کنید.



۸. ساختار لوویس ترکیب‌های خاص.

از نامشان پیداست که خاص هستند!

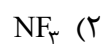
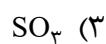
مثال ۶۹: ساختار لوویس ترکیب زیر را رسم کنید.



تست ۷۰: در مولکول کدام ترکیب، نسبت شمار جفت الکترون‌های ناپیوندی

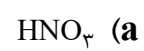
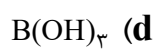
لایه ظرفیت اتم‌ها به شمار جفت الکترون‌های پیوندی از سه ترکیب دیگر بیشتر

است؟ (ریاضی ۹۳)



**تست ۷۱:** کدام یک از ترکیب‌های داده شده به ترتیب از راست به چپ دارای بیشترین و کمترین نسبت مجموع جفت الکترون‌های ناپیوندی به مجموع جفت الکترون‌های پیوندی‌اند؟

(تجربی ۹۳)



d و c (۴)

d و b (۳)

c و a (۲)

b و a (۱)

